



Efecto de diferentes abonos orgánicos en el arrozal ecológico en la Albufera de Valencia

C. Zreik¹, M. Ribó¹, M. Giménez², F. Tarazona¹, M. Estela¹ y F. Pomares¹

¹ Centro para el Desarrollo de la Agricultura Sostenible, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (CDAS-IVIA). Apartado oficial. 46113-Moncada (Valencia)

² Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife) Correo electrónico: czreik@gmail.com

RESUMEN

En una parcela de arrozal ecológico, variedad Montsianell, localizada en el Tancat de Zacarés en La Albufera (El Palmar, Valencia), se ha realizado durante la campaña de 2009 un ensayo con la finalidad de evaluar la eficacia de dos abonos orgánicos comerciales: Naturgan y Labinor. Los tratamientos incluidos en el experimento fueron: T₁, testigo (sin fertilización), T₂, T₃ y T₄, Naturgan a dosis de 29, 44 y 59 kg N/ha, y T₅, T₆ y T₇, Labinor a 55, 83 y 110 kg N/ha, respectivamente. Los resultados obtenidos pusieron de manifiesto una respuesta significativa del cultivo a la fertilización orgánica, tanto en desarrollo vegetativo como en la producción. Los rendimientos obtenidos con el abono Labinor fueron superiores a los generados con Naturgan en todas las dosis comparadas. El rendimiento más alto se logró con la dosis alta de Labinor (110 kg N/ha). Asimismo la eficiencia del nitrógeno, evaluada como porcentaje del nitrógeno recuperado por el cultivo, registró con el producto Labinor unos valores entre 28 y 30%, mientras que con Naturgan se obtuvieron unas cifras más bajas (entre 10 y 20%). El contenido de nitrógeno en las hojas bandera dio unos valores subóptimos en todos los tratamientos de Naturgan, en cambio, las tres dosis de Labinor originaron niveles adecuados. Los contenidos de macro y micronutrientes en el grano y la paja de arroz no resultaron afectados de forma significativa por los tratamientos de fertilización. Las mayores cantidades de nutrientes extraídas por las plantas (grano y paja) correspondieron al tratamiento dosis alta de Labinor (110 kg N/ha).

INTRODUCCIÓN

La Albufera de Valencia constituye un extenso humedal originado por el cierre de una laguna litoral (inicialmente salobre) que quedó separada del mar con la formación de una restinga arenosa originada por los aportes fluviales de los ríos Turia (al Norte) y Xúquer (al Sur). Con el desarrollo industrial impulsado en los años 60 en toda la periferia de Valencia, y con el crecimiento de los núcleos turísticos en el litoral, muchos de los



valores naturales de la Albufera se vieron gravemente alterados y, en especial, la calidad de las aguas superficiales, cuya pérdida generó una crisis ecológica que aún se hace evidente (Girona, 1998). Por esta razón, en 1986 la Albufera fue declarada Parque Natural con el propósito de detener este acelerado proceso de degradación. En la actualidad, algunos de estos problemas se han logrado controlar, pero aún así la contaminación de las aguas, la elevada antropización del medio y la intensificación agrícola, continúan siendo factores que limitan los valores naturales de este espacio. A pesar de ello, la Albufera todavía conserva y mantiene importantes poblaciones de aves acuáticas(Maroto, 1998).

En estos humedales, los arrozales tienen un papel fundamental, al mantener una extensa lámina de agua durante muchos meses, sustentando así una abundante vegetación acuática y fauna de invertebrados asociada (Roselló, 2002). Sin embargo, el cultivo convencional del arroz supone el uso de gran cantidad de fertilizantes solubles y de biocidas que generan un fuerte impacto sobre los ecosistemas de los humedales. Una buena alternativa sería su cultivo mediante técnicas ecológicas, con lo que se recuperaría la diversidad biológica y ambiental y permitiría conciliar la actividad económica con la conservación ambiental.

Actualmente, existen pocos trabajos experimentales de campo sobre cultivo de arroz ecológico. Los resultados de esta investigación-experimentación podrán ser de aplicación a los arrozales ecológicos que se cultiven en cualquier otra zona húmeda litoral de tipo mediterráneo, desde la provincia de Girona hasta la de Sevilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el Tancat de Zacares, una finca situada en el término municipal de Sollana, dentro de los límites del Parque Natural de la Albufera. La superficie total destinada al proyecto fue de 25 ha, en las cuales se plantearon diferentes experiencias relacionadas con el control de adventicias, la sanidad vegetal, el comportamiento de variedades comerciales en producción ecológica y la fertilización orgánica. En esta comunicación, únicamente se expondrán los resultados correspondientes a este último ensayo.

En una de las parcelas experimentales se sembró arroz de la variedad *Montsianell*, por ser más exigente en nutrientes que la variedad Bomba, y se comparó la acción de dos productos comerciales sobre el cultivo:



- Labinor N10: se trata de un abono orgánico sólido procedente de sustancias animales ricas en queratina, con un alto contenido en nitrógeno (10%) y sin adición de otras formas minerales
- Naturgan 9-6-1+12,6Ca: abono orgánico elaborado con materias primas de origen animal y mineral (harina de sangre, fosfato de roca blanda y sal potásica natural), por lo que además de un elevado contenido en nitrógeno (9%), también es rico en fósforo, potasio y otros elementos nutritivos, principalmente en calcio.

Además de la efectividad de cada producto, también se evaluó el efecto que tienen sobre el cultivo a diferentes dosis. Por tratarse de parcelas experimentales de pequeña superficie, la aplicación de estos abonos se realizó a mano y a voleo en los días previos a la siembra, según un diseño estadístico de bloques al azar con cuatro réplicas (Figura 1). Los tratamientos de fertilización fueron los siguientes: dosis baja, media y alta de Naturgan, con 29, 44 y 59 kg N/ha, y unas dosis más elevadas para el Labinor, correspondientes con 55, 83 y 110 kg N/ha. Todos los tratamientos se compararon con un testigo, que no recibió ningún tipo de abono.

Figura 1. Diseño experimental de la parcela de dinámica de nutrientes: seis tratamientos de fertilización y cuatro repeticiones, dispuestas en cuatro bloques distribuidas de forma aleatoria



Figura 1: diseño experimental del ensayo de abonado en la parcela J. Los números 1 a 7 corresponden a dosis de 0, 55, 83 y 110 kgN/ha de Labinor y 29, 44 y 59 kgN/ha de Naturgan, respectivamente. Las letras A, B, C y D corresponden a las repeticiones.



La enorme ventaja de los fertilizantes orgánicos seleccionados es que estaban formulados como granulados, por lo que para su aplicación y esparcimiento se podía utilizar una simple abonadora. Las analíticas de cada uno de los productos utilizados se muestran en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1. Composición del producto comercial orgánico Naturgan

Parámetros	
Humedad muestra a 105°C (%)	11,1
Materia orgánica total (%)	41,9
Materia orgánica oxidable (%)	41,0
Carbono orgánico oxidable (%)	23,8
pH (extracto 1:25)	7,37
Nitrógeno total (%)	3,71
Relación C/N	6,41
Fósforo, P ₂ O ₅ (%)	2,77
Potasio, K ₂ O (%)	1,79
Conductividad eléctrica (extracto 1:5) (dS/m)	13,9

Tabla 2. Composición del producto comercial orgánico Labinor

Parámetros	
Humedad muestra a 105°C (%)	12,9
Materia orgánica total (%)	37,8
Materia orgánica oxidable (%)	18,4
Carbono orgánico oxidable (%)	10,7
pH (extracto 1:25)	6,53
Nitrógeno total (%)	7,91
Relación C/N	1,35
Fósforo, P ₂ O ₅ (%)	4,64
Potasio, K ₂ O (%)	4,55
Conductividad eléctrica (extracto 1:5) (dS/m)	42,0

Durante el desarrollo del cultivo, se analizó el estado nutricional de la hoja bandera, mientras que en el momento de la cosecha, se hicieron mediciones de altura, productividad del grano (referida al 14% de humedad relativa), contenidos de nutrientes en grano y paja, y también se calcularon las extracciones de nutrientes por la planta de arroz y la eficiencia de cada uno de los fertilizantes utilizados.



Todas las determinaciones se realizaron siguiendo las metodologías indicadas en los Métodos Oficiales de Análisis de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 1986) o pequeñas modificaciones de las mismas. La significación estadística del efecto de los tratamientos se realizó mediante análisis ANOVA, utilizando el paquete estadístico Statgraphics 5.0 (Manugistic, Inc.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenido de nutrientes en la hoja bandera

Respecto a los contenidos de macronutrientes obtenidos en las hojas bandera (Tabla 3) puede observarse que el nitrógeno ha sido el único nutriente que mostró diferencias significativas entre los distintos tratamientos de fertilización. Así mismo, cabe indicar que el contenido de este nutriente aumentó de forma significativa con respecto al testigo solo con las dosis intermedia y alta de Labinor (83 y 110 kg N/ha), pero entre éstos dos tratamientos no hubo diferencias significativas. La interpretación de los resultados obtenidos en comparación con los niveles de referencia establecidos en California para las plantas de arroz, variedades de talla baja (Tinarelli, 1989), indica que en el caso del nitrógeno, el tratamiento testigo y las tres dosis de Naturgan (29, 44 y 59 kg N/ha) dieron un nivel algo inferior a 2,8% de N, que es el valor crítico para este cultivo; pero, en cambio, en los tres tratamientos con Labinor (55, 83 y 110 kg N/ha) se obtuvieron niveles adecuados. Así mismo, el contenido foliar de potasio resultó deficiente. En cambio, el fósforo registró un nivel adecuado en todos los tratamientos, incluido el testigo.

Tabla 3. Efecto de los tratamientos de fertilización en el contenido de macronutrientes (%) en las hojas bandera de la planta

Tratamiento	Contenido de macronutrientes en las hojas bandera (%)						
	N	P	K	Ca	Mg	Na	S
Testigo	2,64a	0,17	0,75	0,43	0,28	0,08	0,28
Naturgan 29 N	2,69ab	0,18	0,80	0,45	0,29	0,07	0,29
Naturgan 44 N	2,75ab	0,18	0,89	0,46	0,28	0,07	0,30
Naturgan 59 N	2,73ab	0,17	0,83	0,46	0,28	0,09	0,29
Labinor 55 N	2,81ab	0,17	0,89	0,45	0,26	0,07	0,29
Labinor 83N	2,92b	0,18	0,86	0,42	0,25	0,07	0,28
Labinor 110 N	2,95b	0,19	0,93	0,43	0,26	0,09	0,31
Significación	99%	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s



Por otra parte, los contenidos de micronutrientes obtenidos en las hojas bandera (Tabla 4) no registraron diferencias significativas a nivel estadístico en ningún caso.

Tabla 4. Altura media (cm) de las plantas de arroz en función del tipo y de la dosis de fertilizante recibida

Tratamientos (kg N/ha)	Altura media (cm)
Testigo	72a
Naturgan 29N	74a
Naturgan 44N	78bc
Naturgan 59N	76ab
Labinor 55N	80cd
Labinor 83N	84de
Labinor 110N	86e

Producción y altura de la planta

Los resultados de altura de planta medida en el periodo de madurez del cultivo (Tabla 5) presentaron diferencias significativas en función de la cantidad (expresada en kg N/ha) y de la procedencia (marca comercial) del abono aplicada. El testigo –sin abonar– fue el que generó la menor altura de planta seguido de los tratamientos abonados con Naturgan 29, 59 y 44 kg N/ha. Las 3 alturas mayores correspondieron a los tres tratamientos abonados con Labinor, en orden creciente de cantidad: 55, 83 y 110 kgN/ha.

Tabla 5. Producción media (kg/ha) calculados al 14% de humedad en los distintos tratamientos de fertilización en la campaña 2009

Tratamientos (kg N/ha)	Producción media al 14% (kg/ha)
Testigo	5194ab
Naturgan 29N	4558a
Naturgan 44N	6247c
Naturgan 59N	5940bc
Labinor 55N	6556c
Labinor 83N	6839c
Labinor 110N	7762d

Además, también se han obtenido diferencias significativas entre tratamientos en los resultados de producción (Tabla 6). El fertilizante Naturgan aplicado a dosis baja ha generado incluso menores rendimientos que el tratamiento sin fertilizante, aunque esta diferencia no fue significativa, por lo que se puede decir que su aplicación a dosis tan reducidas apenas tiene repercusión sobre la producción. Sin embargo, sí que se observó



una respuesta favorable cuando la dosis del mismo se incrementaba, manifestándose en todos los casos un aumento significativo en el rendimiento. Por otro lado, parece que el comportamiento del fertilizante Labinor es más homogéneo, ya que en todas las dosis ensayadas se generaron incrementos significativos en el rendimiento del arrozal, mejorándose las producciones de forma creciente al incremento de la dosis.

Tabla 6. Contenidos de macronutrientes en el grano de arroz en función del tratamiento de fertilización

Tratamientos (kg N/ha)	Contenido de macronutrientes en grano (%)						
	N	P	K	Ca	Mg	Na	S
Testigo	1,26	0,29	0,33	0,06	0,14	0,05	0,12
Naturgan 29N	1,21	0,32	0,33	0,07	0,15	0,04	0,12
Naturgan 44N	1,17	0,31	0,34	0,05	0,15	0,05	0,11
Naturgan 59N	1,18	0,30	0,33	0,07	0,15	0,07	0,11
Labinor 55N	1,21	0,29	0,31	0,06	0,13	0,05	0,11
Labinor 83N	1,21	0,29	0,33	0,09	0,14	0,06	0,12
Labinor 110N	1,19	0,27	0,31	0,06	0,13	0,05	0,11
Significación	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Contenidos de nutrientes en grano y paja

Los contenidos de macro y micronutrientes en el arroz cáscara se muestran en las Tablas 7 y 8. Como puede observarse, los tratamientos de fertilización no afectaron de forma significativa al contenido de los nutrientes analizados.

Tabla 7. Contenido de micronutrientes en el grano de arroz en función del tratamiento de fertilización

Tratamientos (kg N/ha)	Contenidos de micronutrientes en grano (ppm)				
	B	Fe	Cu	Mn	Zn
Testigo	5,89	116	2,61	16,5	18,1
Naturgan 29N	6,48	117	2,42	20,4	19,5
Naturgan 44N	5,94	102	2,72	18,2	19,7
Naturgan 59N	7,19	121	2,60	18,7	19,7
Labinor 55N	7,25	124	2,90	16,3	19,2
Labinor 83N	5,83	164	3,04	19,3	18,6
Labinor 110N	5,20	98	2,48	17,0	19,5
Significación	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.



Tabla 8. Contenido de macronutrientes en la paja de arroz en función del tratamiento de fertilización

Tratamientos (kg N/ha)	Contenido de macronutrientes en paja (%)						
	N	P	K	Ca	Mg	Na	S
Testigo	0,72	0,06	1,25	0,44	0,30	0,79a	0,21
Naturgan 29N	0,73	0,07	1,06	0,47	0,33	0,96ab	0,25
Naturgan 44N	0,71	0,07	0,99	0,53	0,36	1,00b	0,25
Naturgan 59N	0,69	0,07	1,12	0,43	0,32	1,01b	0,23
Labinor 55N	0,67	0,07	1,08	0,43	0,30	0,80 ^a	0,21
Labinor 83N	0,72	0,07	1,14	0,42	0,31	0,86ab	0,23
Labinor 110N	0,66	0,07	1,06	0,46	0,31	0,87ab	0,23
Significación	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Por otra lado, los contenidos de nutrientes en la paja (Tablas 9 y 10) resultaron, en general, bastante más bajos que los encontrados en las hojas bandera y en el grano, pudiendo observar que únicamente se obtuvieron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos de fertilización en el caso del sodio.

Tabla 9. Contenido de micronutrientes en la paja de arroz en función del tratamiento de fertilización

Tratamientos (kg N/ha)	Contenido de micronutrientes en paja (mg/kg)				
	B	Fe	Cu	Mn	Zn
Testigo	2,42	143	3,61	61,7	18,7
Naturgan 29N	3,04	118	2,29	70,8	21,3
Naturgan 44N	4,41	163	2,50	83,5	20,8
Naturgan 59N	3,09	123	2,67	62,0	21,2
Labinor 55N	3,17	136	2,87	51,9	19,9
Labinor 83N	1,62	119	2,79	61,8	20,5
Labinor 110N	2,36	124	3,22	53,9	18,8
Significación	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.



Tabla 10. Extracción total de macronutrientes en la planta de arroz (kg/ha) en función del tratamiento de fertilización

Tratamientos (kg N/ha)	Extracción total de macronutrientes (grano+paja) (kg/ha)						
	N	P	K	Ca	Mg	Na	S
Testigo	80,3	14,8	56,1	17,4	16,2	28,5	12,3
Naturgan 29N	69,7	14,7	45,2	17,1	15,9	30,8	12,3
Naturgan 44N	89,1	19,2	54,9	22,3	21,4	39,7	15,2
Naturgan 59N	85,0	17,8	58,5	19,6	19,6	41,1	14,3
Labinor 55N	95,9	19,4	62,3	21,2	19,8	36,0	14,9
Labinor 83N	103	20,1	70,0	24,0	22,0	41,7	17,3
Labinor 110N	114	21,6	75,4	27,8	24,7	48,2	19,4

Extracción de nutrientes por las plantas de arroz

Las cantidades de macro y micronutrientes extraídos por el cultivo en cada uno de los tratamientos de fertilización comparados se muestran en las Tablas 11-12. Puede observarse que, en general, los tratamientos con productos fertilizantes presentaron extracciones más altas que con el testigo, resultados que reflejan el doble efecto ejercido por los fertilizantes aportados sobre el rendimiento y sobre los contenidos de nutrientes en los órganos de las plantas de arroz. Estos resultados son de ayuda para el cálculo de las dosis de fertilizantes orgánicos y minerales que deberían aplicarse para compensar las extracciones de nutrientes que realizan las plantas de arroz, teniendo en cuenta, obviamente, el tipo de gestión que se realice con la paja de arroz (incorporación al suelo o recogida) y el rendimiento previsto, entre otros aspectos.

Tabla 11. Extracción total de micronutrientes en la planta de arroz (mg/ha) en función del tratamiento de fertilización

Tratamientos (kg N/ha)	Extracción total de micronutrientes (mg/ha)				
	B	Fe	Cu	Mn	Zn
Testigo	34,4	999	23,8	281	144
Naturgan 29N	34,7	815	16,5	295	141
Naturgan 44N	48,2	1150	23,9	407	183
Naturgan 59N	48,2	1074	23,2	326	180
Labinor 55N	54,0	1259	28,3	307	191
Labinor 83N	41,5	1495	30,3	388	201
Labinor 110N	46,9	1295	33,2	392	227



Tabla 12. Efecto de los tratamientos de fertilización en la eficiencia del nitrógeno

Tratamientos	Eficiencia del N (%)
Testigo	-
Naturgan 29N	-37
Naturgan 44N	20
Naturgan 59N	10
Labinor 55N	28
Labinor 83N	28
Labinor 110N	20

Eficiencia de los fertilizantes

Los valores de eficiencia del nitrógeno en cada uno de los tratamientos con productos fertilizantes se muestran en la Tabla 13. En ella se observa que el producto Labinor registró una eficiencia mucho mayor (28-30%) que el Naturgan (10-20%). Cabe señalar que la eficiencia del fertilizante Labinor obtenida en este ensayo presentó unos valores similares a los que se encontraron en una experiencia de similares características realizada en el Delta del Ebro, donde se obtuvieron niveles de eficiencia de 27-31% para este mismo producto orgánico.

CONCLUSIONES

De los dos productos fertilizantes comparados, el Naturgan, a las tres dosis aplicadas (29, 44 y 59 kg N/ha) junto al testigo (sin fertilización) no lograron obtener unos contenidos de nitrógeno en las hojas bandera adecuados para el cultivo de arroz; en cambio, el fertilizante Labinor en las tres dosis aplicadas (55, 83 y 110 kg N/ha), sí que consiguió un contenido superior a 2,80% N, que es considerado el nivel adecuado en el cultivo del arroz.

En lo que respecta a la altura de la planta, la aplicación de abono orgánico a dosis crecientes generó en todos los casos un incremento en el porte de la planta, superior en el caso del Labinor que en el Naturgan. La producción también se vio afectada positivamente por la aplicación de estos productos, con unos rendimientos muy adecuados en la mayoría de los tratamientos, y bastante más bajos en el testigo.

Los contenidos de nutrientes en el grano y paja resultaron poco afectados por los distintos tratamientos de fertilización, mientras que la extracción de nutrientes del cultivo



mostró una correlación estrecha con la cuantía de producción, obteniéndose los valores más altos con el tratamiento correspondiente a la dosis alta del abono cárnico (Labinor 110 N).

La eficiencia de los dos fertilizantes aportados como fuente de nitrógeno fue más alta con el producto comercial Labinor (28-30%) que con el Naturgan (10-20%).

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino por la financiación recibida para la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Girona, P. 1998. Valores agroecológicos de la agricultura tradicional valenciana: el arroz. Actas del III Congreso de la SEAE, Valencia. 31-39.

MAPA, 1986. Métodos Oficiales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Roselló, J. 2002. Manejo y gestión de cultivos cerealistas de regadío: el arroz. Vida rural. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

Tinarelli, A. 1989. Fertilización del arrozal. En: El arroz. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 163-175.